إدارة المشاريع حسب طريقتي

PERT و CPM

أهداف جسر التنمية

تهدف سلسلة جسر التنمية إلى التعريف بقضايا التنمية وأدوات تحليل جوانبها المختلفة إلى جمهور واسع من القرّاء بغرض توسيع دائرة معرفتهم وتوفير جسر بين نظريات التنمية وأدواتها المعقدة من ناحية ، ومغزاها ومدلولها العملي بالنسبة لصانعي القرار والمهتمين بهذه القضايا، من ناحية أخرى. وفي هذا الإطار تشكل سلسلة جسر التنمية إسهاماً من المعهد العربي للتخطيط بالكويت في توفير مراجع مبسطة وإثراء لمكتبة القراء المهتمين بأمور التنمية في العالم العربي.

المحتويات

إدارة المشاريع حسب طريقتي PERT و CPM

إعداد: أ. جمال حامد

مقدمة:

يعتبر ضبط وجدولة المشاريع من الأعمال الصعبة والمعقدة التي تحتاج إلى متابعة فريق عمل متكامل. وقبل عقدين من الزمان لم يكن هناك أسلوب معين لإتباعه، فتركز اهتمام مديري الشركات ومتخذي القرار على تطوير وسيلة لضبط المشاريع. وفي عام 1958 تمكن قسم البحوث بالأسطول الأمريكي من تطوير طريقة لضبط المشروع، سميت فيما بعد "أسلوب تقويم ومراجعة البرنامج" (Program Evaluation and Review Technology)، ثم تمكن فريق عمل في شركة (دُبنت) من تطوير أسلوب لضبط وتخطيط المشاريع سميت بطريقة المسار الحرج CPM، حيث أظهرت نجاحاً باهراً في المشاريع الصناعية والإنشائية.

يكمن الفرق بين الأسلوبين في تقدير زمن الأنشطة، فمثلا تعتمد طريقة PERT على ثلاثة أزمنة لحساب زمن النشاط، وبالتالي فهي تتبع أسلوب احتمالي لحساب أداء كل نشاط، لذلك تستخدم في المشاريع الجديدة للتعرف على زمن أداء كل نشاط. أما طريقة CPM، فتعتمد تقدير زمني واحد لكل نشاط، وهي شائعة الاستخدام في المشاريع المكررة.

أولا ـ ضبط وجدولة المشاريع:

تمر المشاريع في ثلاث مراحل تنفيذية هي :

1 . **إنشاء شبكة الأعمال للمشروع:** وتشمل

- تحليل المشاريع إلى أنشطة وأحداث.
- تتابع الأنشطة والأحداث.
- رسم تخطيطي للمشروع.
- تقدير الأزمنة لكل نشاط.

2 . تخطيط المشروع:

بعد تعريف أنشطة المشروع حسب التسلسل الزمني، يتم تحديد ما يلي:

- الأنشطة والأحداث الحرجة.
- المسار الحرج.
- حساب الفائض من كل نشاط.

يكمن الفرق بين طريقتي PERT و CPM في تقدير زمن الأنشطة، إذ تعتمد الأولى على ثلاثة أزمنة لحساب زمن النشاط، في حين تعتمد الطريقة الثانية تقدير زمني واحد لكل نشاط، وهي شائعة الاستخدام في المشاريع المكررة.

3 . ضبط المشروع:

تعنى هذه المرحلة تقدير ومراقبة الأنشطة ومتابعتها، وتشمل ما يلي :

- مراقبة الأزمنة ومقارنتها مع خطة المشروع النظرية.
- محاولة إتباع الخطة قدر المستطاع.
- نقل الإمكانيات من نشاط ذي فائض إلى نشاط حرج إن أمكن .

وتظهر أهمية كل من طريقي PERT و CPM لإدارة المشاريع في ما يلي:

- مساعدة مدير المشروع على التعرف على الأنشطة الحرجة.
- حساب مرونة الأنشطة غير الحرجة لإتاحة الفرص لنقل الموارد إلى الأنشطة الحرجة.
- التعرف على الأزمنة المبكرة والمتأخرة لانتهاء المشروع.
- حساب التكلفة النهائية للمشروع.

ثانيا ـ المصطلحات المستخدمة في جدولة المشاريع:

لتوضيح طريقتي PERT و CPM في جدولة المشاريع، لا بد من التعرف على بعض المصطلحات وأهمها ما يلي:

الحدث Event: وهو الوصول إلى نقطة معينة من الزمن و لا يحتاج إلى بداية ونهاية زمنية.

النشاط Activity: هو مجهود يحتاج إلى نقطة بداية ونهاية وموارد لتنفيذه.

النشاط الوهمي Dummy Activity: هو النشاط الذي لا يحتاج إلى زمن أو موارد لإتمامه ويستعمل فقط للدلالة على تتابع الأنشطة منطقيا ويرسم بسهم متقطع.

النشاط الحرج Critical Activity: هو النشاط الذي إذا تم تأخير انتهائه فإنه يتسبب في تأخير المشروع.

المسار الحرج Critical Path: هو مجموعة من الأنشطة الحرجة، تمتد من بداية المشروع إلى نهايته.

المشروع Project: عبارة عن مجموعة من الأنشطة والأحداث مرتبة حسب تسلسل منطقي.

شبكة الأعمال Network: مجموعة من الأنشطة والأحداث مرتبة بطريقة منطقية لتسلسل الأنشطة.

زمن البداية المبكر للنشاط Earliest Start: هو الزمن الذي يبدأ فيه النشاط إذا أنجزت جميع الأنشطة السابقة في أوقاتها.

زمن النهاية المبكر Earliest Finish: هو الزمن الذي يمكن أن ينجز فيه النشاط إذا بدأ في وقته المبكر.

نهاية مبكرة = بداية مبكرة + وقت النشاط.

زمن نهاية متأخر Latest Finish: هو أخر زمن يمكن إتمام النشاط فيه بدون أن يتسبب بتأخير أية أنشطة لاحقة.

زمن بداية متأخر Latest Start: هو أخر وقت يمكن أن يبدأ فيه النشاط بشرط عدم تأخير الأنشطة اللاحقة.

بداية متأخرة = نهاية متأخرة − وقت النشاط

الفائض Slack Time:

الفائض في النشاط = زمن بداية متأخر − زمن بداية مبكر

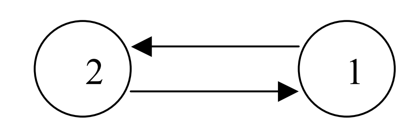
يتم ضبط وجدولة المشاريع عبر ثلاث مراحل هي: إنشاء شبكة الأعمال للمشروع، تخطيط المشروع، وضبط المشروع.

ثالثا ـ شبكة الأعمال:

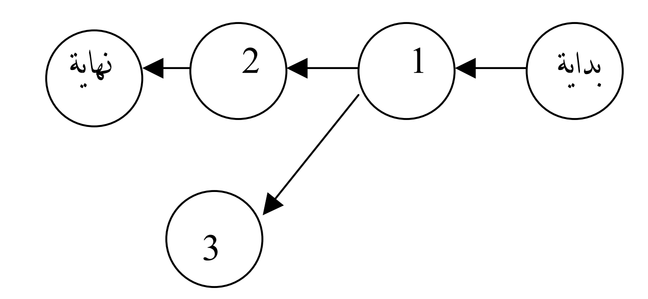
تتمثل قواعد رسم شبكة الأعمال في ما يلي :

ـ يبدأ المشروع عند نقطة بداية وينتهي عند نقطة نهاية (تسمى النقطة الوهمية Milestone) .

ـ لا يجوز العودة إلى النشاط السابق.



. لا يجوز ترك نشاط بدون تسلسل.



1 . كيفية تحديد أقرب موعد لبداية ونهاية النشاط:

- ابدأ من بداية المشروع وتقدم أمام الشبكة.
- حدد أقرب موعد لبدء المشروع بحيث يكون مساويا للصفر.
- إحسب أقرب موعد لنهاية كل نشاط من خلال إضافة المدة التي تستغرقها إلى أقرب موعد لبدايته.
- بالنسبة لكل نشاط متسلسل لا يسبقه مباشرة إلا نشاط واحد، حدد أقرب موعد لبدايته بحيث يكون مساويا لأقرب موعد نهاية للنشاط السابق.
- بالنسبة لكل نشاط متسلسل يسبقه أكثر من نشاط واحد، حدد أقرب موعد لبدايته بحيث يكون مساويا لأقرب موعد نهاية للأنشطة السابقة.
- دوّن أقرب موعد بداية، وأقرب موعد نهاية.
- كرر الخطوات من الثالثة إلى السادسة حتى تصل إلى نهاية المشروع. ولا يمكن تحديد أقرب موعد لبداية نشاط ما إلا بعد تحديد أقرب موعد لنهاية جميع الأنشطة السابقة له مباشرة.

2 . حساب فترات السماح والأنشطة الحرجة:

- بالنسبة لكل نشاط يتطابق أقرب موعد لبدايته مع آخر موعد لبدايته، وأقرب موعد لنهايته وآخر موعد لنهايته، فإن فترة السماح تساوي صفر.
- فيما عدا ذلك، فإن فترة السماح هي الفرق الزمني بين أقرب وآخر موعد لبداية كل نشاط، أو بين أقرب وآخر موعد لنهايته، أي:

$$ES - ST = LS$$

أو

$$= LF - EF$$

تساهم كل من طريقي PERT و CPM في التعرف على الأنشطة الحرجة. وفي حساب مرونة الأنشطة غير الحرجة لإتاحة الفرص لنقل الموارد إلى الأنشطة الحرجة. وتساعد كذلك في حساب التكلفة النهائية للمشروع.

- مراجعة الحسابات الخاصة بكل نشاط بإضافة المدة التي يستغرقها، وفترة السماح الخاصة به إلى تاريخ اقرب موعد لبدايته. حيث يجب أن يساوي المجموع تاريخ آخر موعد لنهاية النشاط.
- أي نشاط تساوي فترة سماحه صفراً، هو نشاط حرج.
- تسلسل الأنشطة الحرجة من بداية إلى نهاية المشروع هو المسار الحرج لذلك المشروع.

3 ـ متابعة المشروع، وتحديد فترته:

- أدرس سلسلة الأنشطة، ومدى ضرورتها وإمكانية تغيير أسلوب المشروع.
- أدرس أنشطة المسار الحرج، ومدى إمكانية تقصير فتراتها .
- إبحث إمكانية استخدام موارد إضافية لتقصير فترة الأنشطة الحرجة.
- إبحث إمكانية تغيير الأداء المحدد لنشاط معين لتقصير المدة المقررة له.
- إعتبر مدة المشروع هي أقرب موعد لنهاية النشاط الأخير، أو نهاية المشروع.

رابعا . طريقة CPM :

يوضح الجدول التالي العلاقة بين الأنشطة المختلفة في مثال لمشروع للمسح الصناعي، حيث تمت جدولة المشروع على المراحل التالية:

- تحليل المشروع إلى أنشطة.
- تابع الأنشطة.
- إنشاء شبكة الأعمال.
- تقدير الأزمنة والفائض لكل نشاط.

جدول النشاط لمشروع مسح للمصانع

النشاط		المدة	النشاط السابق	البداية		النهاية		فترة السماح	الوضع
رمز	الوصف			أقرب بداية	آخر بداية	أقرب نهاية	آخر نهاية		
A	خطة المسح	3	-	0	0	3	3	0	حرج
B	اختيار الباحثين	5	A	3	8	8	13	5	
C	صياغة الإستبيان	10	A	3	3	13	13	0	حرج
D	اختيار المصانع	4	C	13	16	17	20	3	
E	إجراء المسح	13	D,G,H	20	20	33	33	0	حرج
F	تحليل النتائج	3	E	33	33	36	36	0	حرج
G	طباعة الإستبيان	5	C	13	15	18	20	2	
H	تدريب الباحثين	7	B,C	13	13	20	20	0	حرج

يبين الجدول تسلسل الأنشطة وفترة إنجاز كل نشاط (الأعمدة 1-3)، كما يبين العمود (4) التسلسل المنطقي للأنشطة السابقة. وقد تم حساب الأعمدة (5-8) بعد رسم شبكة الأعمال تبعا للخطوات المبينة سابقا . وتم أخيراً تقدير فترات السماح لكل نشاط (العمود 9)، وذلك كما يلي:

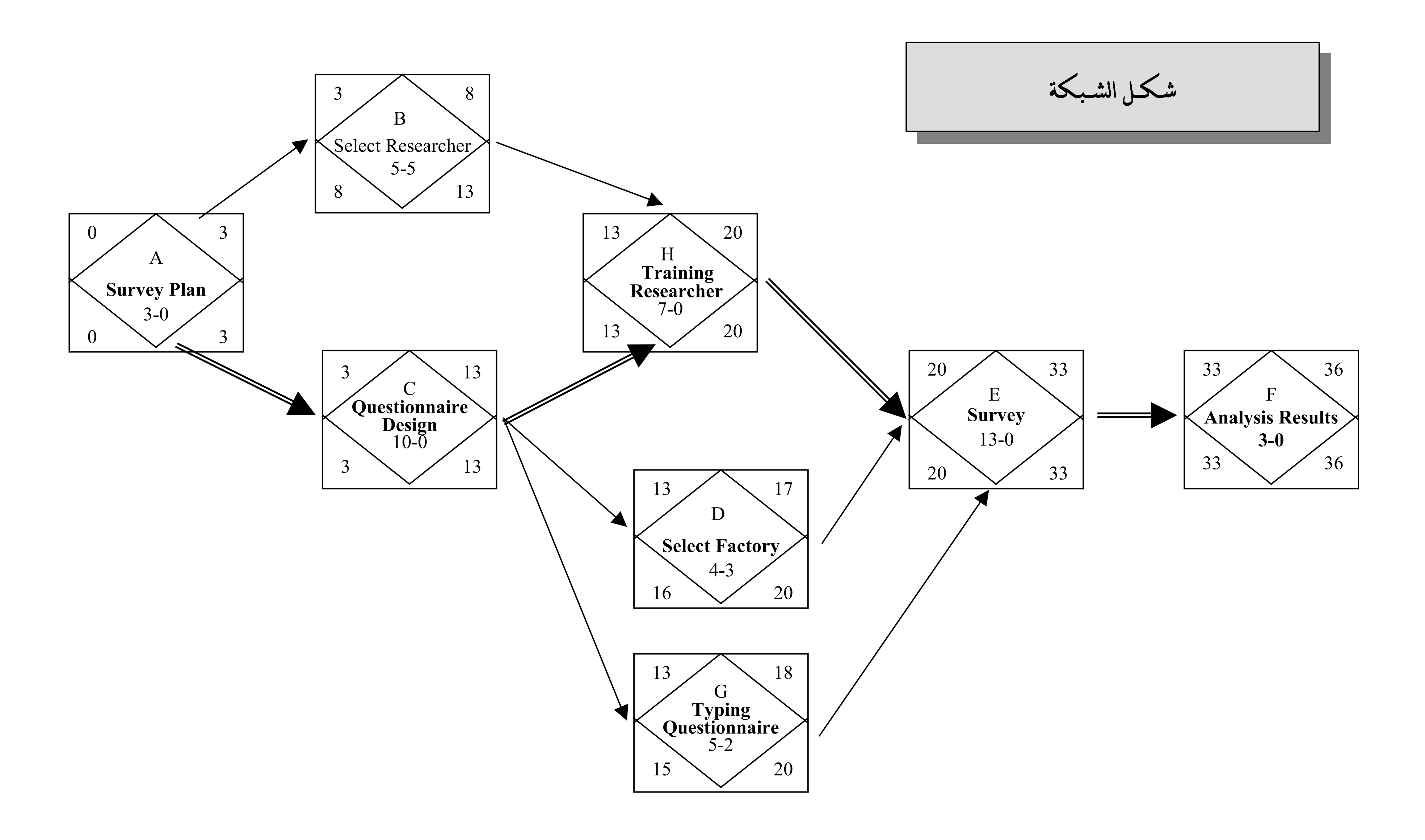
فترة السماح = زمن بداية متأخر– زمن بداية مبكر.

مثال:

النشاط (B) = 8-3 = فائض 5 أيام، وهذا يعني أن النشاط غير حرج.

النشاط (C) = 3-3 = فائض 0 أيام، وهذا يعني أن النشاط حرج.

هذا وقد تبين أن المسار الحرج هو $H \leftarrow E \leftarrow F \leftarrow C \leftarrow A$ أنظر الشبكة والجدول.


شكـل الشبـكة
0
3
A
Survey Plan
3-0
0
3
3
8
B
Select Researcher
5-5
8
13
3
13
C
Questionnaire
Design
10-0
3
13
13
20
H
Training
Researcher
7-0
13
20
13
17
D
Select Factory
4-3
16
20
13
18
G
Typing
Questionnaire
5-2
15
20
20
33
E
Survey
13-0
20
33
33
36
F
Analysis Results
3-0
33
36

خامسا . طريقة PERT:

تفترض طريقة PERT في حساب متوسط فترة إنجاز النشاط ثلاثة أزمنة تقديرية، وبالتالي فإن متوسط الفترة يتبع الأسلوب الاحتمالي.

1 . أزمنة النشاط التقديرية: وتشمل ما يلي:

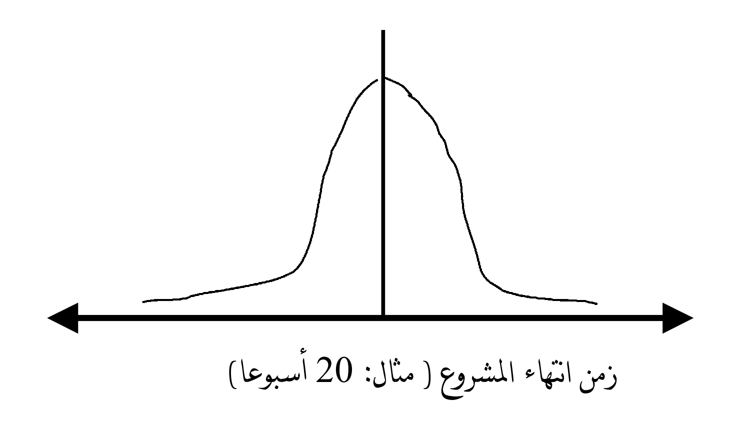
- الزمن المتفائل: هو أقل وقت لإتمام النشاط.
- الزمن الأكثر احتمالا : هو الزمن الأكثر تكرارا لإتمام النشاط.
- الزمن المتشائم : هو أطول زمن لإتمام النشاط.

2 . تقدير متوسط زمن أداء النشاط:

بعد تقدير الأزمنة الثلاثة يتم حساب متوسط زمن أداء النشاط، كالتالي:

$$\text{زمن أداء النشاط} = \frac{\text{(الوقت المتفائل + 4 × الزمن الأكثر احتمالا + الزمن المتشائم)}}{6}$$

لذا يعتبر توزيع بيتا أنسب التوزيعات الاحتمالية الذي يمكن تطبيقه في التقديرات الزمنية، كما يفترض أن احتمال حدوث الأزمنة (المتفائل، والمتشائم) 1%، بينما الزمن الأكثر احتمالا 4 أضعاف التقديرات الأخرى، وأن زمن انتهاء المشروع النهائي يتبع التوزيع الطبيعي، وهذا يعني أن المشروع سوف ينتهي عند النقطة المحددة باحتمال 50% .



تكون فترة السماح صفرا في كل نشاط يتطابق فيه أول وأخر موعد لبدايته وكذلك أول وآخر موعد لنهايته. وأي نشاط تكون فترة السماح فيه صفرا يعتبر نشاطا حرجا .

3 . تحديد احتمال انتهاء المشروع عند نقطة زمنية:

يتطلب تحديد إتمام المشروع عند نقطة زمنية معينة (بعد 23 أسبوعا مثلا)، ما يلي:

أ. تحديد أنشطة المشروع:

بعد حساب جميع التقديرات الزمنية للأنشطة (طريقة PERT)، ثم رسم شبكة الأعمال وتحديد المسار الحرج، يتم تقدير الانحراف المعياري لجميع الأنشطة الحرجة:

الانحراف المعياري σ = (الزمن المتشائم – الزمن المتفائل) / 6

التباين = σ^2

ويقصد بالانحراف المعياري الابتعاد عن القيمة الزمنية المتوقعة (بالأيام، بالأسابيع، أو بالأشهر)، إذا كان الانحراف المعياري يساوي 0 فيدل ذلك على أن التقديرات دقيقة، وإذا كبرت قيمة الانحراف المعياري، زادت درجة عدم اليقين في تقدير الأزمنة.

ب . حساب التباين للمسار الحرج:

التباين (المسار الحرج) = σ^2 للنشاط الحرج 1+ σ^2 للنشاط الحرج 2 + . . .+ σ^2 للنشاط الحرج n

ج. تحديد القيمة المعيارية للمسار الحرج:

$$z = \frac{D - END}{\sqrt{\sigma^2}}$$

حيث :

D = القيمة أو الزمن المرغوب.

END = زمن انتهاء المشروع.

د . استخراج القيمة المعيارية من جدول التوزيع الطبيعي:

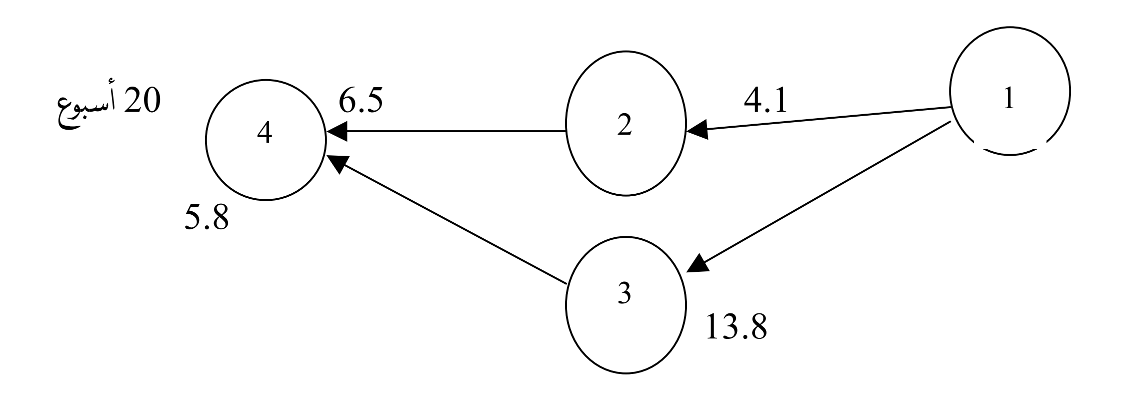
وهو درجة احتمال إنهاء المشروع عند تلك النقطة.

4 . تطبيقات عملية :

النشاط	الزمن المتفائل	الزمن الأكثر احتمالا	الزمن المتشائم	زمن أداء النشاط	الانحراف المعياري	التباين	طبيعة المسار
2–1	2	4	7	4.1	–	–	
3-1	3	16	20	13.8	2.8	7.84	حرج
4–2	4	7	7	6.5	–	–	
4–3	3	6	8	5.8	0.83	0.68	حرج

بعد تطبيق القاعدة الخاصة بحساب متوسط زمن أداء النشاط، نحصل على زمن أداء النشاط المتوقع العامود (5) .

أ . رسم شبكة الأعمال:



بناء على التقديرات السابقة فإن احتمال الانتهاء من المشروع بعد 20 أسبوعا هو 50%.

مثال:

لنفترض أن المطلوب معرفة احتمال الانتهاء بعد 23 أسبوعا) .

لحساب احتمال انتهاء المشروع عند النقطة الزمنية المحددة، يجب أولا تقدير الانحراف المعياري والتباين للأنشطة الحرجة وذلك كما يلي: (الأعمدة 7،6):

- الانحراف المعياري (1-3) = (3-20)/6 = 2.8
- تباين (1-3) = مربع الانحراف المعياري = 7.84
- الانحراف المعياري (3-4) = (3-8)/6 = 0.83
- تباين (3-4) = مربع الانحراف المعياري للنشاط = 0.68

بعد الحصول على التقديرات يمكن حساب تباين المسار الحرج،

تباين المسار الحرج = تباين (1-3)+تباين(3-4) = 0.68+7.84 = 8.52

لحساب القيمة المعيارية يتم التعويض في المعادلة التالية: $z = \frac{D - END}{\sqrt{\sigma^2}}$

القيمة المعيارية = (20 – 23)/ الجذر التربيعي للتباين = 3/2.91= 1.03

وبعد الرجوع إلى جدول التوزيع الطبيعي نجد أن القيمة 1.03 تناظر القيمة 0.84 وهذا يعني أن احتمال الانتهاء من المشروع في 23 أسبوع يعادل 85%.

ب ـ إيجاد الزمن المناظر لاحتمال معين:

لنفترض أن المطلوب معرفة الزمن الذي ينتهي عنده المشروع بإحتمال 75%،

لمعرفة القيمة الزمنية ، نحصل على القيمة المناظرة

لـ= 75% من الجدول الطبيعي وتساوي 0.674 ، ثم نقوم بتقدير المعادلة: $z = \frac{D - END}{\sqrt{\sigma^2}}$

الوقت المناظر للاحتمال = (0.674 × 2.91) + 20 ويساوي 21.9 أسبوع.

سادسا . برامج الحاسب الآلي المتخصصة في جدولة المشاريع:

مع تطور الحاسبات في بداية الثمانينات ظهرت برمجيات متخصصة في جدولة المشاريع كان من أشهرها :

- برنامج Premavira
- برنامج Project

وقد ساعدت المهتمين ومتخذي القرار في جدولة المشاريع بطريقة سهلة وسريعة ، حيث يتم تحديد جميع المعطيات الخاصة بالمشروع ثم يقوم الحاسب الآلي بحساب الأزمنة وتحديد المسارات الحرجة وحساب التكاليف.

مـراجـــــع مختارة

- الدكتور/ أحمد الكواز "أسلوب متابعة تنفيذ المشروعات" ، البرنامج التدريبي لعام 1998-1999 .
- الدكتور/ محمود الحداد، "الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات وحالات عملية من البيئة الكويتية"، 1987 .
- الدكتور/ تركي إبراهيم السلطان، "التحليلات الكمية في اتخاذ القرارات" 1987 .

- Berud Heigen Hausen, “Netz Plan Technik, 1976.
- Frederick S. Hillien, Operation Research, 1973.
- Mirco Soft Project 2000.

قائمة إصدارات جسر التنمية

العنوان	المؤلف	رقم العدد
مفهوم التنمية	د . محمد عدنان وديع	الأول
مؤشرات التنمية	د . محمد عدنان وديع	الثاني
السياسات الصناعية	د . أحمد الكواز	الثالث
الفقر: مؤشرات القياس والسياسات	د . علي عبد القادر	الرابع
الموارد الطبيعية واقتصادات نفاذها	أ . صالح العصفور	الخامس
استهداف التضخم والسياسة النقدية	د . ناجي التوني	السادس
طرق المعاينة	أ . حسن الحاج	السابع
مؤشرات الأرقام القياسية	د . مصطفى بابكر	الثامن
تنمية المشاريع الصغيرة	أ . حسان خضر	التاسع
جداول المدخلات ـ المخرجات	د . أحمد الكواز	العاشر
أساسيات نظام الأمم المتحدة للحسابات القومية لعام 1993	د . أحد الكواز	الحادي عشر

*** للاطلاع على الأعداد السابقة يمكنكم الرجوع إلى العنوان الإلكتروني التالي :**

http://www.arab-api.org/develop_1.htm